

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-184206

(43)Date of publication of application : 28.06.2002

(51)Int.Cl.

F21S 2/00  
F21V 11/00  
F21V 14/00  
B23K 26/06  
B23K 26/08  
G02B 27/00  
G02F 1/13  
G02F 1/13357  
G03B 21/14  
G03B 27/54  
G03F 7/20  
G09F 9/00  
H01S 5/40  
H04N 5/74

(21)Application number : 2000-382751

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 15.12.2000

(72)Inventor : MIYAGAKI KAZUYA

KAMEYAMA KENJI

AISAKA KEISHIN

KATO IKUO

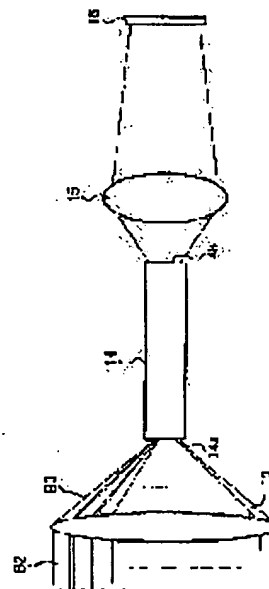
TAKIGUCHI YASUYUKI

(54) LIGHTING FIXTURE, UNIFORM LIGHTING FIXTURE, PROJECTION DEVICE USING THESE, ALIGNER AND LASER PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical system and an optical device using this for uniformly irradiating light emitted from a plurality of light sources realizing a compact constitution to radiate at the minimum angle of incidence.

SOLUTION: In a laser array 11, laser emission parts 11a, 11b, 11c... are straightly arranged at an equal pitch and an outgoing light B1 is made a parallel luminous flux (luminous flux B2) regarding at least one direction by a cylindrical lens array 12. For example, in one



embodiment of Fig. 1, the outgoing light B1 is made parallel in a direction parallel to the paper surface. The outgoing luminous flux B3 is converged to an incident side edge surface 14a of a kaleidoscope 14. A distribution of an in-plane strength of the luminous flux is uniformized in the kaleidoscope 14 and is radiated to a part 16 to be irradiated by a relay lens 15.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-184206  
(P2002-184206A)

(43) 公開日 平成14年6月28日 (2002.6.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード <sup>*</sup> (参考)
F 2 1 S	2/00	B 2 3 K 26/06	A 2 H 0 8 8
F 2 1 V	11/00	26/08	K 2 H 0 9 1
	14/00	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 1 0 9
B 2 3 K	26/06	1/13357	3 K 0 4 2
	26/08	G 0 3 B 21/14	A 4 E 0 6 8

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-382751(P2000-382751)

(22) 出願日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 宮垣 一也

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72) 発明者 亀山 健司

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74) 代理人 100079843

弁理士 高野 明近 (外2名)

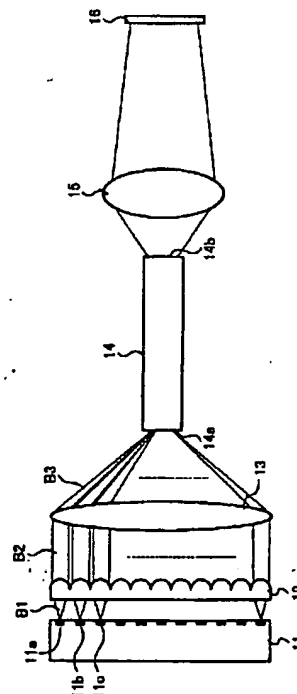
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置、均一照明装置、及びこれらを用いた投射装置、露光装置、レーザ加工装置

(57) 【要約】

【課題】 コンパクトな構成を実現する複数光源から発せられた光を被照射面に対して均一に、また被照射面に対して最小の入射角で照射するための照明光学系及びこれを用いた光学装置を提供する。

【解決手段】 レーザアレイ11は、そのレーザ発光部11a, 11b, 11c…が直線状に等ピッチで配列され、出射光B1をシリンドリカルレンズアレイ12で、少なくともその一方向について平行光束化させる（光束B2）。例えば図1の例では紙面に平行な方向で平行化させる。そしてコンデンサレンズ13によってその出射光束B3がカライドスコープ14の入射側端面14aに収斂される。カライドスコープ14では光束の面内強度の分布が均一化され、リレーンズ15によって被照射部16へ照射される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の発光部を有する発光手段と、該発光部のそれぞれから射出する拡散光のそれぞれを、該拡散光の光軸に直交する面における少なくとも同一の一方について平行光とする平行光化手段と、該平行光化手段から射出した複数の光束を所定の集光範囲に集光する集光手段とを有することを特徴とする照明装置。

【請求項2】 請求項1に記載の照明装置において、前記平行光化手段は、前記発光手段のそれぞれの発光部に取り付けられたレンズによって構成されることを特徴とする照明装置。

【請求項3】 請求項1または2に記載の照明装置において、前記発光手段は、レーザ光を発光するレーザ発光部を有して構成されることを特徴とする照明装置。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれか1に記載の照明装置において、前記発光手段は、前記複数の発光部が一方にアレイ配列するように構成され、前記平行光化手段は、前記複数の発光部からの射出光を前記アレイ配列方向に一致する方向について平行光化するように構成されることを特徴とする照明装置。

【請求項5】 請求項4に記載の照明装置において、前記平行光化手段としてシリンドリカルレンズアレイを用い、該シリンドリカルレンズアレイを構成する各シリンドリカルレンズ部のアレイピッチが、前記発光部のアレイピッチと同等であることを特徴とする照明装置。

【請求項6】 請求項5に記載の照明装置において、前記シリンドリカルレンズアレイを、少なくとも2つ以上備えたことを特徴とする照明装置。

【請求項7】 請求項4に記載の照明装置において、前記平行光化手段としてレンチキュラーレンズを用い、該レンチキュラーレンズを構成する各マイクロレンズのアレイピッチが、前記発光部のアレイピッチと同等であることを特徴とする照明装置。

【請求項8】 請求項7に記載の照明装置において、前記レンチキュラーレンズを、少なくとも2つ以上備えたことを特徴とする照明装置。

【請求項9】 請求項1ないし8のいずれか1に記載の照明装置と、該照明装置から射出した照明光を受光し、該受光した光の光軸に直交する面内の光強度分布を均一化させるための強度分布均一化手段とを有し、該強度分布均一化手段からの射出光を制御して照明対象を照明することを特徴とする均一照明装置。

【請求項10】 請求項9に記載の均一照明装置において、前記強度分布均一化手段として、カライドスコープを用いることを特徴とする均一照明装置。

【請求項11】 請求項9に記載の均一照明装置において、前記強度分布均一化手段として、ホモジナイザを用いることを特徴とする均一照明装置。

【請求項12】 請求項9に記載の均一照明装置において、前記強度分布均一化手段として、フライアイレンズ

を用いることを特徴とする均一照明装置。

【請求項13】 複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイのアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでシリンドリカルレンズがアレイ配列してなるシリンドリカルレンズアレイと、該シリンドリカルレンズから射出した光束の強度分布を均一化させるためのカライドスコープと、該カライドスコープからの射出光の光路を制御して照明対象を照明するリレーレンズとを有する照明光学装置であって、前記シリンドリカルレンズアレイは、前記各レーザ発光部から射出した拡散光に作用し、該シリンドリカルレンズアレイを射出する射出光が前記シリンドリカルレンズのアレイ方向に平行光となるように構成されていることを特徴とする均一照明装置。

【請求項14】 複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイのアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでマイクロレンズがアレイ配列してなるレンチキュラーレンズと、該レンチキュラーレンズから射出した光束の強度分布を均一化させるためのカライドスコープと、該カライドスコープからの射出光の光路を制御して照明対象を照明するリレーレンズとを有する照明光学装置であって、前記レンチキュラーレンズは、前記各レーザ発光部から射出した拡散光に作用し、該レンチキュラーレンズを射出する射出光が該レンチキュラーレンズのアレイ方向に平行光となるように構成されていることを特徴とする均一照明装置。

【請求項15】 複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイのアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでシリンドリカルレンズがアレイ配列してなるシリンドリカルレンズアレイと、該シリンドリカルレンズアレイから射出した光束の強度分布を均一化させるためのホモジナイザと、該ホモジナイザからの射出光の光路を制御して照明対象を照明するリレーレンズとを有する照明光学装置であって、前記シリンドリカルレンズアレイは、前記各レーザ発光部から射出した拡散光に作用し、該シリンドリカルレンズアレイを射出する射出光が該シリンドリカルレンズアレイのアレイ方向に平行光となるように構成されていることを特徴とする均一照明装置。

【請求項16】 複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイのアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでマイクロレンズがアレイ配列してなるレンチキュラーレンズと、該レンチキュラーレンズから射出した光束の強度分布を均一化させるためのホモジナイザと、該ホモジナイザからの射出光の光路を制御して照明対象を照明するリレーレンズとを有する照明光学装置で

あって、前記レンチキュラーレンズは、前記各レーザ発光部から出射した拡散光に作用し、該レンチキュラーレンズを出射する出射光が該レンチキュラーレンズのアレイ方向に平行光となるように構成されていることを特徴とする均一照明装置。

【請求項17】 複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイのアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでシリンジカルレンズがアレイ配列してなるレシリンジカルレンズアレイと、該シリンジカルレンズアレイから出射した光束の強度分布を均一化させるためのフライアイレンズと、該フライアイレンズからの出射光によって照明対象を照明する照明光学装置であって、前記シリンジカルレンズアレイは、前記各レーザ発光部から出射した拡散光に作用し、該シリンジカルレンズアレイを出射する出射光が該シリンジカルレンズアレイのアレイ方向に平行光となるように構成されていることを特徴とする均一照明装置。

【請求項18】 複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイのアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでマイクロレンズがアレイ配列してなるレンチキュラーレンズと、該レンチキュラーレンズから出射した光束の強度分布を均一化させるためのフライアイレンズと、該フライアイレンズからの出射光の光路を制御して照明対象を照明する照明光学装置であって、前記レンチキュラーレンズは、前記各レーザ発光部から出射した拡散光に作用し、該レンチキュラーレンズを出射する出射光が該レンチキュラーレンズのアレイ方向に平行光となるように構成されていることを特徴とする均一照明装置。

【請求項19】 請求項13、15、17のいずれか1に記載の均一照明装置において、前記シリンジカルレンズアレイを、少なくとも2つ以上備えたことを特徴とする均一照明装置。

【請求項20】 請求項14、16、18のいずれか1に記載の均一照明装置において、前記レンチキュラーレンズアレイを、少なくとも2つ以上備えたことを特徴とする均一照明装置。

【請求項21】 請求項9ないし20のいずれか1に記載の均一照明装置と、該均一照明装置によって照明されるライトバルブと、該ライトバルブより出射した光を投射する投射レンズとを少なくとも有して構成されることを特徴とする投射装置。

【請求項22】 前記発光手段としてレーザアレイを用いた請求項9ないし20のいずれか1に記載の均一照明装置と、レチクルと、投影レンズとを有して構成されていることを特徴とする露光装置。

【請求項23】 前記発光手段としてレーザアレイを用いた請求項9ないし20のいずれか1に記載の均一照明

装置と、集光用のレンズとを有して構成されていることを特徴とするレーザ加工機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、照明光学装置、照明光学方式及びこれらを用いた投射装置、露光装置、レーザ加工装置に関し、より具体的には、レーザアレイ光等による複数の発光手段を光源として、この光源光を被照射部に均一照明する光学系に適用可能な装置に関し、投射装置（プロジェクタ）やステッパ（露光装置）などに適用できる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】照射対象の被照射部を均一に照明するための光学系は、例えば、液晶表示素子を用いたライトとバルブ方式の投射装置や、半導体の製造等に用いるステッパ等に好適であるばかりでなく、種々の用途への適用が可能であり、高精度、コンパクトでかつ簡易な構成の光学系が求められる。また、例えば上記のライトバルブ方式の投射装置においては、ライトバルブに対する最大入射角度ができるだけ小さくなるように（すなわち、ライトバルブの表面に対してできるだけ垂直に入射するように）、照明光学系が設定されることが望まれる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたもので、コンパクトな構成を実現する複数光源による発光ユニットを用い、これら複数光源から発せられた光を被照射面に対して均一に、また被照射面に対して最小の入射角で照射するための照明装置及びこれを用いた投射装置、露光装置、レーザ加工機を提供することを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、複数の発光部を有する発光手段と、該発光部のそれぞれから出射する拡散光のそれぞれを、該拡散光の光軸に直交する面における少なくとも同一の方向について平行光とする平行光化手段と、該平行光化手段から出射した複数の光束を所定の集光範囲に集光する集光手段とを有することを特徴としたものである。

【0005】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記平行光化手段は、前記発光手段のそれぞれの発光部に取り付けられたレンズによって構成されることを特徴としたものである。

【0006】請求項3の発明は、請求項1または2の発明において、前記発光手段は、レーザ光を発光するレーザ発光部を有して構成されることを特徴としたものである。

【0007】請求項4の発明は、請求項1ないし3のいずれか1の発明において、前記発光手段は、前記複数の発光部が一方にアレイ配列するように構成され、前記平行光化手段は、前記複数の発光部からの出射光を前記

アレイ配列方向に一致する方向について平行光化するように構成されることを特徴としたものである。

【0008】請求項5の発明は、請求項4の発明において、前記平行光化手段としてシリンドリカルレンズアレイを用い、該シリンドリカルレンズアレイを構成する各シリンドリカルレンズ部のアレイピッチが、前記発光部のアレイピッチと同等であることを特徴としたものである。

【0009】請求項6の発明は、請求項5の発明において、前記シリンドリカルレンズアレイを、少なくとも2つ以上備えたことを特徴としたものである。

【0010】請求項7の発明は、請求項4の発明において、前記平行光化手段としてレンチキュラーレンズを用い、該レンチキュラーレンズを構成する各マイクロレンズのアレイピッチが、前記発光部のアレイピッチと同等であることを特徴としたものである。

【0011】請求項8の発明は、請求項7の発明において、前記レンチキュラーレンズを、少なくとも2つ以上備えたことを特徴としたものである。

【0012】請求項9の発明は、請求項1ないし8のいずれか1の照明装置と、該照明装置から出射した照明光を受光し、該受光した光の光軸に直交する面内の光強度分布を均一化させるための強度分布均一化手段とを有し、該強度分布均一化手段からの出射光を制御して照明対象を照明することを特徴としたものである。

【0013】請求項10の発明は、請求項9の発明において、前記強度分布均一化手段として、カライドスコープを用いることを特徴としたものである。

【0014】請求項11の発明は、請求項9の発明において、前記強度分布均一化手段として、ホモジナイザを用いることを特徴としたものである。

【0015】請求項12の発明は、請求項9の発明において、前記強度分布均一化手段として、フライアイレンズを用いることを特徴としたものである。

【0016】請求項13の発明は、複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイのアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでシリンドリカルレンズがアレイ配列してなるシリンドリカルレンズアレイと、該シリンドリカルレンズから出射した光束の強度分布を均一化させるためのカライドスコープと、該カライドスコープからの出射光の光路を制御して照明対象を照明するリレーレンズとを有する照明光学装置であって、前記シリンドリカルレンズアレイは、前記各レーザ発光部から出射した拡散光に作用し、該シリンドリカルレンズアレイを出射する出射光が前記シリンドリカルレンズのアレイ方向に平行光となるように構成されていることを特徴としたものである。

【0017】請求項14の発明は、複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイ

のアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでマイクロレンズがアレイ配列してなるレンチキュラーレンズと、該レンチキュラーレンズから出射した光束の強度分布を均一化させるためのカライドスコープと、該カライドスコープからの出射光の光路を制御して照明対象を照明するリレーレンズとを有する照明光学装置であって、前記レンチキュラーレンズは、前記各レーザ発光部から出射した拡散光に作用し、該レンチキュラーレンズを出射する出射光が該レンチキュラーレンズのアレイ方向に平行光となるように構成されていることを特徴としたものである。

【0018】請求項15の発明は、複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイのアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでシリンドリカルレンズがアレイ配列してなるシリンドリカルレンズアレイと、該シリンドリカルレンズアレイから出射した光束の強度分布を均一化させるためのホモジナイザと、該ホモジナイザからの出射光の光路を制御して照明対象を照明するリレーレンズとを有する照明光学装置であって、前記シリンドリカルレンズアレイは、前記各レーザ発光部から出射した拡散光に作用し、該シリンドリカルレンズアレイを出射する出射光が該シリンドリカルレンズアレイのアレイ方向に平行光となるように構成されていることを特徴としたものである。

【0019】請求項16の発明は、複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイのアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでマイクロレンズがアレイ配列してなるレンチキュラーレンズと、該レンチキュラーレンズから出射した光束の強度分布を均一化させるためのホモジナイザと、該ホモジナイザからの出射光の光路を制御して照明対象を照明するリレーレンズとを有する照明光学装置であって、前記レンチキュラーレンズは、前記各レーザ発光部から出射した拡散光に作用し、該レンチキュラーレンズを出射する出射光が該レンチキュラーレンズのアレイ方向に平行光となるように構成されていることを特徴としたものである。

【0020】請求項17の発明は、複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイのアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでシリンドリカルレンズがアレイ配列してなるシリンドリカルレンズアレイと、該シリンドリカルレンズアレイから出射した光束の強度分布を均一化させるためのフライアイレンズと、該フライアイレンズからの出射光によって照明対象を照明する照明光学装置であって、前記シリンドリカルレンズアレイは、前記各レーザ発光部から出射した拡散光に作用し、該シリンドリカルレンズアレイを出射する出射光が該シリンドリカルレンズアレイのアレイ方向に平行光となる

ように構成されていることを特徴としたものである。

【0021】請求項18の発明は、複数のレーザ発光部がアレイ配列してなるレーザアレイと、該レーザアレイのアレイ配列方向に、かつ前記レーザ発光部のアレイピッチと同等のアレイピッチでマイクロレンズがアレイ配列してなるレンチキュラーレンズと、該レンチキュラーレンズから出射した光束の強度分布を均一化させるためのフライアイレンズと、該フライアイレンズからの出射光の光路を制御して照明対象を照明する照明光学装置であって、前記レンチキュラーレンズは、前記各レーザ発光部から出射した拡散光に作用し、該レンチキュラーレンズを出射する出射光が該レンチキュラーレンズのアレイ方向に平行光となるように構成されていることを特徴としたものである。

【0022】請求項19の発明は、請求項13、15、17のいずれか1の発明において、前記シリンドリカルレンズアレイを、少なくとも2つ以上備えたことを特徴としたものである。

【0023】請求項20の発明は、請求項14、16、18のいずれか1の発明において、前記レンチキュラーレンズアレイを、少なくとも2つ以上備えたことを特徴としたものである。

【0024】請求項21の発明は、請求項9ないし20のいずれか1の発明と、該均一照明装置によって照明されるライトバルブと、該ライトバルブより出射した光を投射する投射レンズとを少なくとも有して構成されることを特徴としたものである。

【0025】請求項22の発明は、前記発光手段としてレーザアレイを用いた請求項9ないし20のいずれか1に記載の均一照明装置と、レチクルと、投影レンズとを有して構成されていることを特徴とするものである。

【0026】請求項23の発明は、前記発光手段としてレーザアレイを用いた請求項9ないし20のいずれか1に記載の均一照明装置と、集光用のレンズとを有して構成されていることを特徴としたものである。

【0027】

【発明の実施の形態】まず本発明の必須の構成について図面を参照しながら以下に説明する。なお、実施例の構成については、個々に再度図面を参照して具体的に後述する。本発明の照明装置は、複数の発光部11a、11b、11cを有する発光手段11と、上記発光部11a、11b、11cのそれぞれから出射する拡散光のそれぞれを、該拡散光の光軸に直交する面における少なくとも同一の一方について平行光とする平行光化手段12と、その平行光化手段12から出射した複数の光束を所定の集光範囲に集光する集光手段13（31、32、33）、（41）、（51））とを有する。また、上記の照明装置において、平行光化手段12は、図13に示すように発光手段のそれぞれの発光部11aに取り

付けられたレンズ12aによって構成してもよい。また上記発光手段11は、レーザ光を発光するレーザ発光部11a、11b、11cによって構成できる。

【0028】また上記発光手段は、複数の発光部11a、11b、11cが一方についてアレイ配列するように構成され、平行光化手段12は、上記複数の発光部からの出射光を前記アレイ配列方向に一致する方向について平行光化するように構成される。また上記平行光化手段12としてシリンドリカルレンズアレイを用い、そのシリンドリカルレンズアレイを構成する各シリンドリカルレンズ部のアレイピッチが、前記発光部のアレイピッチを同等する。また、このシリンドリカルレンズアレイを、少なくとも2つ以上備えてもよい。

【0029】また上記平行光化手段11としてレンチキュラーレンズを用い、該レンチキュラーレンズを構成する各マイクロレンズのアレイピッチを、上記発光部のアレイピッチと同等とする。またこのレンチキュラーレンズを、少なくとも2つ以上備えてもよい。

【0030】本発明の均一照明装置は、上記のごとくの照明装置と、その照明装置から出射した照明光を受光し、その受光した光の光軸に直交する面内の光強度分布を均一化させるための強度分布均一化手段14（42、43）、（52、53））とを有し、その強度分布均一化手段14からの出射光を制御して照明対象を照明する。

【0031】（実施例1）図1及び図2は、本発明の第1の実施例を説明するための図で、照明光学系の上面概略構成を図1に、側面概略構成を図2にそれぞれ光路とともに示すもので、図1及び図2において、11はレーザアレイ、12はシリンドリカルレンズアレイ、13はコンデンサレンズ、14はカライドスコープ、15はリレーレンズ、16は被照射部である。レーザアレイ11は、そのレーザ発光部11a、11b、11c…が直線状に等ピッチで配列されている。各レーザ発光部からの各々の出射光B1は拡散光として出射する。これらの出射光B1をシリンドリカルレンズアレイ12で、その一方について平行光化させる。図1の例ではシリンドリカルレンズアレイ12は、入射した光束を紙面に平行な方向で平行化させた光束B2として出射させる。この場合の平行光束B2は厳密に平行でなくても良い。次のコンデンサレンズ13で隣り合う光束どうしが大きな角度差で交じり合わなければ良い。すなわち、出射光束B2がある程度重なっていても角度差が小さければ問題とはならない。

【0032】そしてコンデンサレンズ13によって、その出射光束B3がカライドスコープ14の入射側端面14aに収斂される。そしてカライドスコープ14内を進行する光束は、カライドスコープ14内で多重反射し、その出射端面14bでは光束の面内強度の分布が均一化される。この均一化された強度分布を有する光束がリレ

ーレンズ15によって被照射部16へ照射される。

【0033】シンドリカルレンズアレイ12は、いわゆるレンチキュラーレンズに置き換えてもよい。シンドリカルレンズアレイ12は、レーザアレイ11のアレイピッチと同程度のアレイピッチを有するレンズアレイで、レーザアレイの配列方向に対してレンズパワーをもっていればよい。レンチキュラーレンズを用いる場合も、同様にそのマイクロレンズのアレイピッチをレーザアレイ11のアレイピッチと同等にして同様に作用するように構成する。シンドリカルレンズアレイ12（もしくはレンチキュラーレンズ）をレーザアレイ11の直後の光路上に置くことにより、例えばシンドリカルレンズアレイ11を、直線状に配列したレンズアレイ（2次元のパワーをもつ）に置き換えた場合に比べて、図1で紙面厚み方向の設置許容範囲が広がる。すなわち図1の上下方向の微調整のみを行えば良い。

【0034】シンドリカルレンズアレイ（またはレンチキュラーレンズ）12を使うことによって被照射部16への最大入射角を小さくできることを光線追跡計算結果を用いて説明する。図3は、レンチキュラーレンズを用いた照明光学系の効果を説明するための図で、照明光学系の概略構成を図3（A）に、図3（A）のB部の拡大図を図3（B）に示すものである。

【0035】図3に示す構成において、実際には図1に示すごとく光源11a、11cを含むレーザアレイが配置されるが、特徴的な光路を説明するためにレーザアレイ11の全体はその図示を省略している。すなわち図示されている光源11aはレーザアレイの端部に位置し、光源11nはレーザアレイ11の中心に位置し、その他のレーザアレイを構成する光源は、図示を省略している。レーザの光源11aの直後にはシンドリカルレンズアレイ（またはレンチキュラーレンズ）12が配置されている。図3（B）において、12aはシンドリカルレンズアレイ12を構成するひとつのレンズ部（シンドリカルレンズ）で、光源11a…11nと同様にy方向にアレイ化されている。

【0036】レーザアレイ11の光源アレイピッチとシンドリカルレンズアレイ12の各レンズのアレイピッチ（またはレンチキュラーレンズのマイクロレンズのアレイピッチ）は同ピッチであり、図3（B）では光源11aに対応するレンチキュラー部（レンチキュラーレンズ）を構成する一つのマイクロレンズ12aのみを示している。レンチキュラーレンズ12では、各レーザアレイからの出射光は、紙面に平行な方向に平行化される。このレンチキュラーレンズ12では、レンズの球面収差のため、出射光は完全にコリメートされないが、ある程度の平行光束化で効果は十分得られる。平行光束化されたビームB2はシンドリカルレンズ21、22、23を通過してカライドスコープ14の入射側端面14aに到達する。この場合、入射側端面14aへの最大入射角

は $12^\circ$ である。

【0037】シンドリカルレンズ21は、レーザアレイ光をカライドスコープ14の入射側端面14aに偏向させるはたらきをする。シンドリカルレンズ22、23は、レーザアレイの厚さ方向（紙面厚さ方向）の発散ビームを入射側端面14aに収斂させるはたらきをする。

【0038】（比較例）図4は、上記図3の構成において、レンチキュラーレンズ12が無い場合の光学系における作用を説明するための図である。図4には、図3の光学系においてレーザアレイの端部に位置する光源11aの直後のシンドリカルレンズアレイ12を削除した場合の光線を示している。光源11aからの発散光B1はシンドリカルレンズ21、22、23を通過してカライドスコープ14の入射側端面14aに最大入射角 $16^\circ$ で照射される。カライドスコープ14の出射側端面（図示せず）からの出射光は、入射角度が維持されることから、最大角 $16^\circ$ で出射される。さらに図4と図3を比較すると、シンドリカルレンズアレイ12を用いたほうがカライドスコープ14の口径を小さくすることが可能である。同じ反射回数のカライドスコープなら口径が小さいほど全長も短くなる。したがって、シンドリカルレンズアレイ（もしくはレンチキュラーレンズ）を用いることで照明光学系を小さくすることができる。

【0039】（実施例2）図5及び図6は、本発明の第2の実施例を説明するための図で、照明光学系の上面概略構成を図5に、側面概略構成を図6にそれぞれ光路とともに示すもので、照明光学系は、レンズアレイ11、シンドリカルレンズアレイ12、カライドスコープ14、リレーレンズ15、シンドリカルレンズ31、32、33で構成され、16は被照射部である。なお、実施例1と同様に、シンドリカルレンズアレイ12をレンチキュラーレンズに置き換えてもよい。このとき、レンチキュラーレンズのマイクロレンズのアレイ方向やアレイピッチはシンドリカルレンズのアレイ構成と同様とし、両者は同様に作用するように構成されるものとする。本実施例では、シンドリカルレンズアレイ12を用いた実施例として説明する。

【0040】シンドリカルレンズアレイ12は、レーザアレイ11のアレイピッチと同程度のピッチでシンドリカル面が形成されていて、図5に示すように、レーザアレイ11のアレイ方向にレンズパワーを有する。シンドリカルレンズアレイ12によって、発散して放射される各々のレーザアレイ光B1が各々アレイ方向にのみ平行光束化される。この場合に得られる平行光束B2は、厳密に平行でなくても良い。すなわち、次のシンドリカルレンズ31で隣り合う入射光束どうしが大きな角度差で交じり合わなければ良く、ある程度重なっていても角度差が小さければ問題ではない。



【0041】シンドリカルレンズアレイ12とカライドスコープ14との間の光路上には、シンドリカルレンズが少なくとも2つ以上配置される。図5、図6ではシンドリカルレンズが3枚で構成された例(シンドリカルレンズ31、32、33)を示す。この場合、レーザアレイ11のアレイ方向にパワーを有する1枚のシンドリカルレンズ32と、レーザアレイのアレイ方向の直交方向にレンズパワーを有する2枚のシンドリカルレンズ31、33が配される。

【0042】これらシンドリカルレンズ31、32、33の作用について説明する。まず図5に示すように、レーザアレイ11のアレイ方向の光束については、シンドリカルレンズ31、33が平行平板と同じであるとみなせるため、アレイ方向のみ平行光束化された光束B2はシンドリカルレンズ31をそのまま透過して光束B21としてシンドリカルレンズ32に入射する。そしてその入射光束B21は、シンドリカルレンズ32で偏向され(光束B22)、シンドリカルレンズ33を通過して(光束B23)カライドスコープ14の入射側端面14aに到達する。

【0043】次に図6に示すように、レーザアレイ11におけるアレイ方向と直交方向の光束については、シンドリカルレンズアレイ12は平行平板とみなせるため、各レーザ発光部から発散された光束B1は、シンドリカルレンズアレイ12を透過した後も発散して光束B2となり、シンドリカルレンズ31で平行化され(光束B21)、シンドリカルレンズ32を通過して(光束B22)、シンドリカルレンズ33でカライドスコープ14に収斂する(光束B23)。光束B21、B22は、図6の上下方向(すなわちレーザアレイのアレイ方向と直交方向)に平行光束である必要はない。したがって、シンドリカルレンズ31、33を一枚のシンドリカルレンズに置き換えて、その一枚のレンズでカライドスコープに収斂しても本発明の効果に影響を与えない。

【0044】(実施例3)図7及び図8は、本発明の第3の実施例を説明するための図で、照明光学系の上面概略構成を図7に、側面概略構成を図8にそれぞれ光路とともに示すもので、照明光学系は、レーザアレイ11、シンドリカルレンズアレイ(もしくはレンチキュラーレンズ)12、シンドリカルレンズ41、ホモジナイザ42、43、シンドリカルレンズ44、45で構成される。図16は、上記のホモジナイザを用いた特開平9-234579号公報に記載されたレーザ照射装置の構成を示す上面図(図16(A))及び側面図(図16(B))で、これは線状のレーザ光を均一性を高めて線状の光束として被照射部に照射する装置である。本実施例は、この光学系のなかで使われるホモジナイザ40a、40bを利用して、レーザアレイ光を矩形状の被照射部に均一照明させる。

【0045】シンドリカルレンズアレイ12(またはこれに置き換え可能なレンチキュラーレンズ)の作用は上述のとおりなのでその説明を省略する。シンドリカルレンズ41は図8の上下方向、すなわちレーザアレイ11のアレイ方向と直交方向の発散光束成分を平行光束化させる(光束B31)。ホモジナイザ42は、レーザアレイ11のアレイ方向の光束を均一化させる。本実施例のホモジナイザ42は5分割の構成を有しているが、分割数が多いほど光束が均一化される。ただし、図7においてホモジナイザ42の各レンズアレイへの入射光が同じ強度分布となる場合にはホモジナイザの効果を得られない。例えば、レンチキュラーレンズ12とホモジナイザ42のアレイピッチが整数倍の関係となるときには、このような現象が生じる。ホモジナイザ42からの光(光束B32、B33)はシンドリカルレンズ44によって被照射部16に集められる(光束B34)。

【0046】一方、レーザアレイ11のアレイ方向と直交方向の光束においては、図8に示すように、ホモジナイザ43によって光束の強度分布が均一化される。すなわち、シンドリカルレンズ41に入射した拡散光成分が平行光束化され(光束B31)、ホモジナイザ43で光束が分割され、その分割されたそれぞれの光束を集光させ、焦点を結んだあとさらに発散光となり(光束B33)、シンドリカルレンズ45によって被照射部16上に重ね合わされる(光束B34)。レーザアレイ11のアレイ方向と直交方向の光束制御を行うホモジナイザ43は、その分割数が多いほど均一化の効果が高い。

【0047】レーザアレイ11の直後にシンドリカルレンズアレイ(レンチキュラーレンズ)12を配置することによって、アレイ方向の各アレイ光を平行光束化でき、ホモジナイザの効果を得ることができる。また、シンドリカルレンズアレイ(もしくはレンチキュラーレンズ)であるため、レーザアレイのアイ方向と直交方向については設置精度を要求されないというメリットがある。

【0048】(実施例4)図9及び図10は、本発明の第4の実施例を説明するための図で、照明光学系の上面概略構成を図9に、側面概略構成を図10にそれぞれ光路とともに示すもので、照明光学系は、レーザアレイ11、シンドリカルレンズアレイ(またはレンチキュラーレンズ)12、シンドリカルレンズ51、フライアイレンズ52、53、コンデンサレンズ54で構成される。図示した本実施例では、2枚のフライアイレンズ52、53を用いているが、2枚目のフライアイレンズ53は必ずしも必要ではなく省略することができる。また、コンデンサレンズ54は、2枚のシンドリカルレンズを各々のレンズパワー方向を直交させたものに置き換えても良い。なお、本実施例においても、上述の各実施例と同様に、シンドリカルレンズアレイを同様の機能を有するレンチキュラーレンズに置き換えることがで

きる。

【0049】まず、図9を参照してアレイ方向の光成分に関する作用を説明する。シリンドリカルレンズアレイ12は、レーザアレイ11のアレイピッチと同程度のアレイピッチを有する。作用は前述のとおりである。シリンドリカルレンズアレイ12でレーザアレイのアレイ方向のビームがほぼ平行な光束B2となり、シリンドリカルレンズ51を通過し(光束B41)、第1フライアイレンズ52で各々のアレイ光源からの出射光束が集光される(光束B42)。第1フライアイレンズ52の焦点位置には第2フライアイレンズ53が配置される。シリンドリカルレンズアレイ12を通過した光線の図9の紙面内における進行方向が、第1フライアイレンズ52の軸に平行であれば第2フライアイレンズ53は必要ではない。またレーザアレイ11からの出射光束B1が点光源からの出射光束とみなせない場合や、シリンドリカルレンズアレイ12の収差や、シリンドリカルレンズ12におけるレーザアレイ11とのピッチずれなどによって光束B41が第1フライアイレンズ52に対してわずかに傾く。このような場合、第1フライアイレンズ52を構成する各レンズ部から集光された光線は1点に集まらないため、第2フライアイレンズ53を必要とする。そして第2フライアイレンズ53からの出射光束は、コンデンサレンズ54によって被照射部16に重ね合わされる(光束B43)。

【0050】次に、図10を用いてレーザアレイのアレイ方向の直交方向の光束成分に関する作用を説明する。レーザアレイ11からの出射光束B1はシリンドリカルレンズアレイ12を通過して光束B2となり、シリンドリカルレンズ51で平行光束B41にされる。上述のように第1フライアイレンズ52の焦点距離位置に第2フライアイレンズ53が配されており、第1フライアイレンズ52の各レンズ部からの出射光束(光束B42)が第2フライアイレンズ53の各レンズ部を通過して、コンデンサレンズ54によって被照射部16に重ね合わされて照度均一化される(光束B43)。

【0051】レーザアレイ11の発光部の厚さ(アレイ方向と直交方向の厚さ)が大きい場合、光束B41は第1フライアイレンズ52の光軸に対して必ずしも平行とはならず、各アレイから集光される光線は1点に集まらない。このため、第2フライアイレンズ53を用いることになる。もしレーザアレイの発光部の上記厚さが十分小さいとみなせる場合には、第1フライアイレンズ52の各レンズ部からの出射光束(光束B42)はほぼ1点に集光されるため、第2フライアイレンズ53を必要としない。シリンドリカルレンズアレイ12を用いることで、レーザアレイ11の上記厚さ方向の設置許容が広くなるというメリットがある。

【0052】(実施例5)図11は本発明による投射装置の一実施例の概略構成を光路とともに示す図で、投射

装置は、上記実施例1から実施例4までのいずれかの照明光学系と、ライトバルブ、及び投射レンズとを備える。図11に示す構成例の投射装置は、照明光学系61r、61g、61bと色合成素子62とライトバルブ65と投射レンズ64とにより構成される。図11に示す構成では照明光学系61r、61g、61bとして実施例3の光学系を用いているが、上述のように照明光学系として実施例1から実施例4までのいずれの光学系を用いても良い。

【0053】色合成素子62としては、例えばダイクロイックプリズムを用いることができる。照明光学系61r、61g、61bが、順に、赤色、緑色、青色のレーザアレイ光源である場合には、色合成素子(ダイクロイックプリズム)62はダイクロイック膜62rで赤色を反射させ、ダイクロイック膜62bで青色を反射させ、かつ、両方のダイクロイック膜62r、62bは緑色を透過させるように構成される。ライトバルブ65としては例えば液晶素子を用いることができる。図11の構成ではライトバルブの直前にフィールドレンズ63を用いている。ライトバルブ65を透過した光が投射レンズ64の瞳を通過できるはたらきをする。

【0054】以上の構成によって、ライトバルブ65を照明する光の最大入射角は前述のとおり従来に比して低減されるため、特に液晶素子のように入射角によってコントラスト比が変化するようなライトバルブの場合、コントラスト比を向上させたり、色ムラや照度ムラを低減させることができる。

【0055】図11では単板のライトバルブを用いた構成例を示したが、図12に示すように照明光学系61r、61g、61bに対応した計3枚のライトバルブ65r、65g、65b用いて構成しても良い。各ライトバルブ65r、65g、65bの直前に置かれているのはフィールドレンズ63r、63g、63bである。図12の構成は、図11の構成に比べて投射レンズ64とライトバルブ65r、65g、65bとの間の光路長が長くなるため、投射レンズ64のバックフォーカス長は図11の投射レンズ64のバックフォーカスより長くする必要がある。3板のライトバルブの投射装置においても、単板の場合と同様に、コントラスト比を向上させたり、色ムラや照度ムラを低減させることができる。

【0056】図14は、本発明による露光装置の構成について説明するための図で、図中、71は請求項9ないし請求項20のいずれかに対応する均一照明装置、72はレチクル、73は投影レンズ、74は基板ステージである。本発明の露光装置は、請求項9から請求項20までのいずれかに記載の均一照明光学装置71でレチクル72を照明し、投影レンズ73によってレチクル72のパターンが基板ステージ74に置かれたウエハーに露光されるものである。

【0057】図15は、本発明によるレーザ加工機の構

成について説明するための図で、図中、75はレンズ、76はワークである。本発明のレーザ加工機は、請求項9ないし請求項20のいずれかに記載の均一照明光学装置からの照明光をレンズ75でワーク76に集光し、加工する。ワーク76上の集光スポット形状は照明系71の被照射部のアスペクト比と同じである。集光させることでワークの微小部分にエネルギーを集中させることができ、表面加工や切断などができる。また、レンズ75を投影レンズに置き換えるか、もしくは被照射部が直接ワーク76である配置では広い範囲にわたって均一照明できるため、レーザアニールとしても利用できる。

【0058】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の照明装置によれば、複数光源を用いることによってコンパクトな光学系を実現し、この光源からの拡散光を平行光化して集光することにより、照明対象部への最大入射角を小さく押さえることが可能になり、これにより種々の用途に適用した際にも良好な特性の光学システムを得ることができる。

【0059】また、本発明の均一照明装置によれば、上記の照明装置と、光の強度分布を均一化する手段を備えることにより、簡易でかつコンパクトな均一照明可能な照明装置を得ることができる。

【0060】また、上記のごとくの均一照明可能な照明装置を用いることにより、高品質でかつコンパクトな投射装置、露光装置、及びレーザ加工装置等を得ることができる。例えば、投射装置においては、そのライトバルブへの最大入射角が低減されるため、コントラスト比、色ムラ、照度ムラなどに関する特性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例を説明するための図で、照明光学系の上面概略構成を示す図である。

【図2】 本発明の第1の実施例を説明するための図で、照明光学系の側面概略構成を示す図である。

【図3】 レンチキュラーレンズを用いた照明光学系の効果を説明するための図である。

【図4】 図3の構成において、レンチキュラーレンズが無い場合の光学系における作用を説明するための図である。

【図5】 本発明の第2の実施例を説明するための図で、照明光学系の上面概略構成を示す図である。

【図6】 本発明の第2の実施例を説明するための図で、照明光学系の側面概略構成を示す図である。

【図7】 本発明の第3の実施例を説明するための図で、照明光学系の上面概略構成を示す図である。

【図8】 本発明の第3の実施例を説明するための図で、照明光学系の側面概略構成を示す図である。

【図9】 本発明の第4の実施例を説明するための図で、照明光学系の上面概略構成を示す図である。

【図10】 本発明の第4の実施例を説明するための図で、照明光学系の側面概略構成を示す図である。

【図11】 本発明による投射装置の一実施例の概略構成を光路とともに示す図である。

【図12】 本発明の照明装置の更に他の実施例における光源及び並行光化手段の概略構成を光路とともに示す図である。

【図13】 本発明の発光手段と平行光化手段の構成例を示す図である。

【図14】 ホモジナイザの従来例を示す図である。

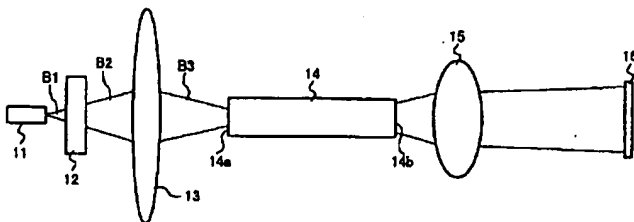
【図15】 本発明によるレーザ加工機の構成について説明するための図である。

【図16】 本発明による投射装置の他の実施例の概略構成を光路とともに示す図である。

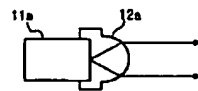
【符号の説明】

11…レーザアレイ、12…シリンドリカルレンズアレイ、13…コンデンサレンズ、14…カライドスコープ、15…リレーレンズ、16…被照射部、31、32、33、41、44、45、51…シリンドリカルレンズ、40a、40b…ホモジナイザ、42、43…ホモジナイザ、52、53…フライアイレンズ、54…コンデンサレンズ、61r、61g、61b…照明光学系、62…色合成素子、62r、62b…ダイクロイック膜、63、63r、63g、63b…フィールドレンズ、64…投射レンズ、65、65r、65g、65b…ライトバルブ、71…均一照明装置、72…レンチクル、73…投影レンズ、74…基板ステージ、75…レンズ、76…ワーク。

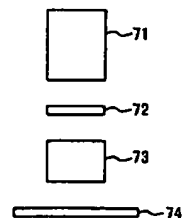
【図2】



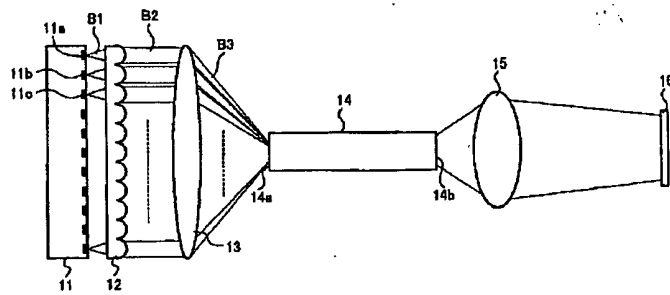
【図13】



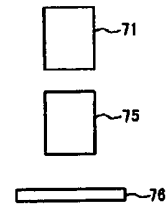
【図14】



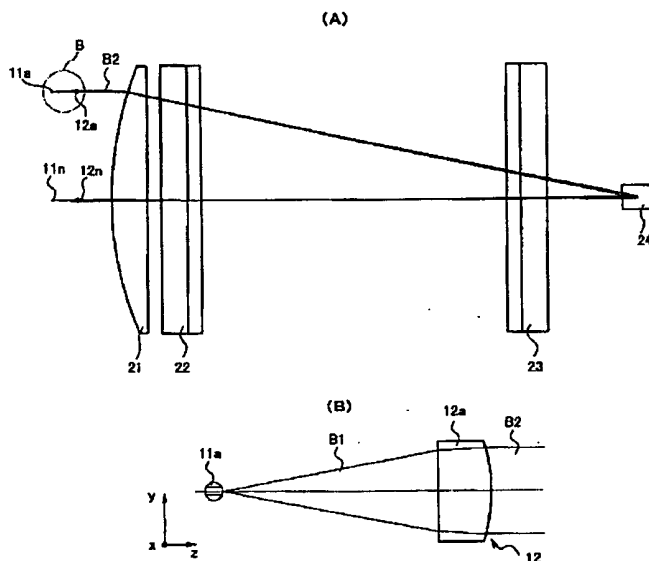
【図1】



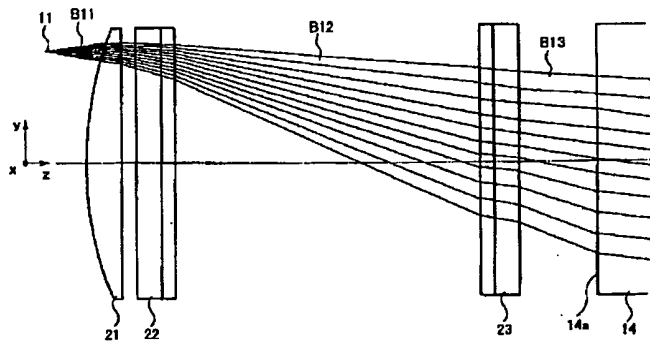
【図15】



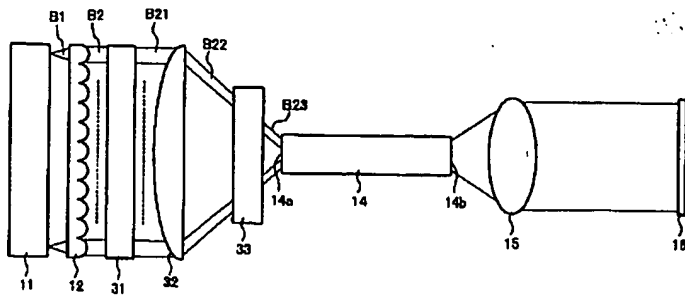
【図3】



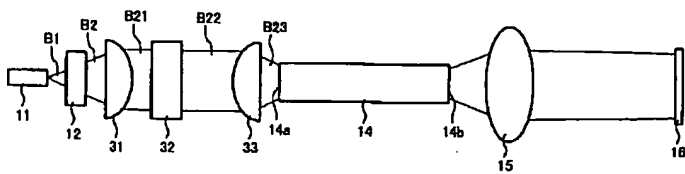
【図4】



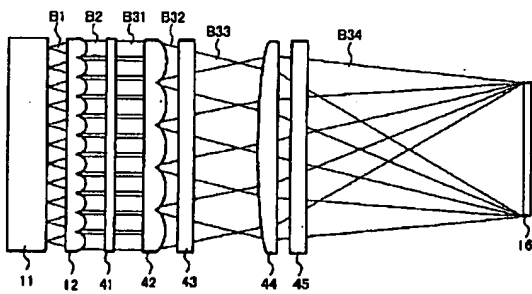
【図5】



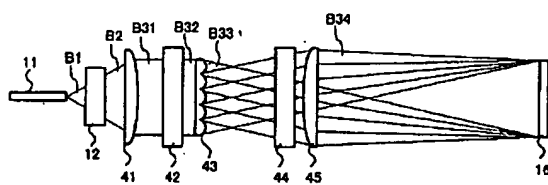
【図6】



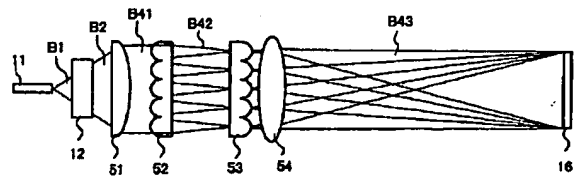
【図7】



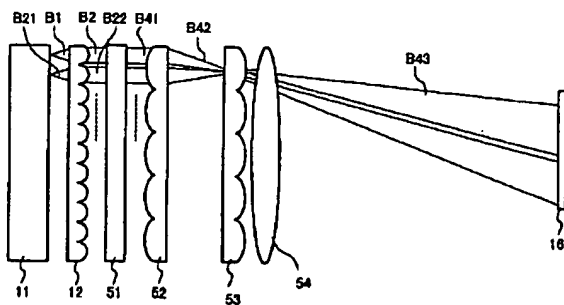
【図8】



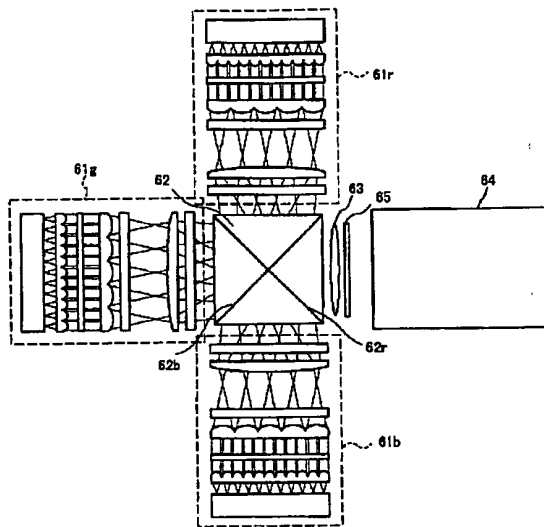
【図10】



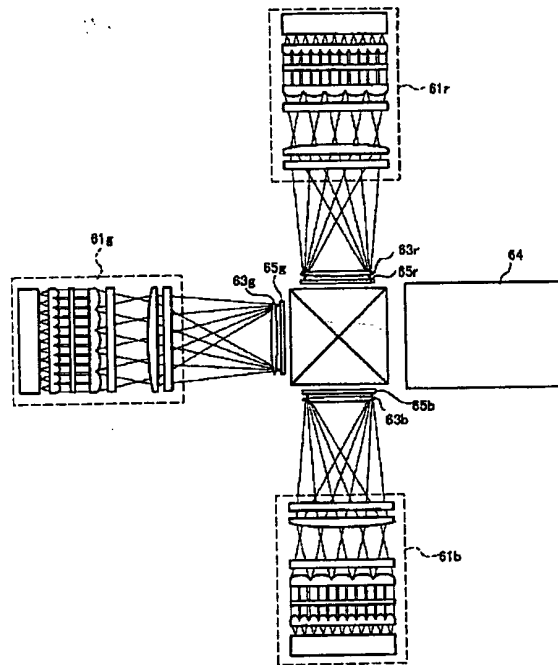
【図9】



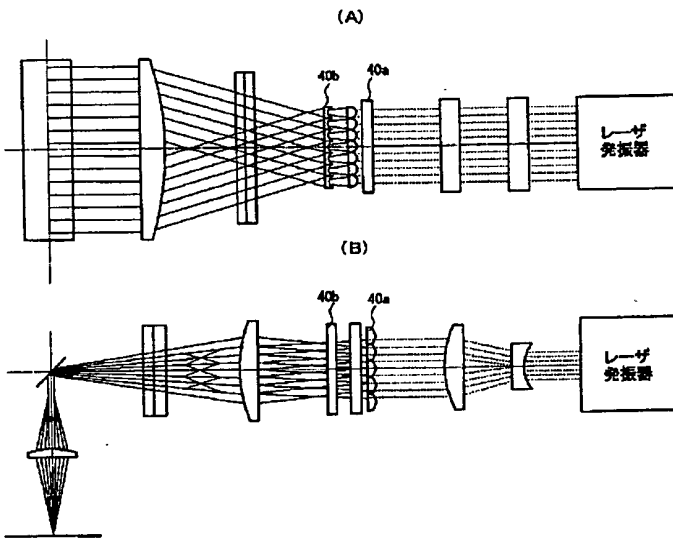
【図11】



【図12】



【図16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

G 0 2 B 27/00

G 0 2 F 1/13  
1/13357

識別記号

5 0 5

F I

G 0 3 B 27/54

G 0 3 F 7/20

G 0 9 F 9/00

特コード (参考)

Z 5 C 0 5 8

5 2 1 5 F 0 7 3

3 3 7 Z 5 G 4 3 5

G03B 21/14

27/54

G03F 7/20

521

G09F 9/00

337

H01S 5/40

H04N 5/74

H01S 5/40

H04N 5/74

F21M 1/00

G02B 27/00

Z

S

V

(72)発明者 逢坂 敬信

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

(72)発明者 加藤 幾雄

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

(72)発明者 滝口 康之

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

Fターム(参考) 2H088 EA14 EA15 HA13 HA24 HA25

HA26 HA28 MA02 MA04

2H091 FA26Z FA28Z FA29Z FA41Z

FA46Z FA50Z FD06 LA17

LA18 MA07

2H109 AA13 AA29 AA96 DA12

3K042 AA01 BA09 BC08 BC09 BE02

4E068 CD01 CD12 CE08

5C058 AB06 EA05 EA12 EA51

5F073 AB04 AB27 BA09 EA18 FA06

5G435 AA01 AA18 BB12 BB15 BB17

CC12 DD05 EE26 FF06 FF07

FF08 FF11 GG02 GG06 GG24

GG27 GG28 LL15

THIS PAGE BLANK (USPTO)